

## METHOD OF PRODUCING POLISHING SLURRY

**Publication number:** JP2001271058

**Publication date:** 2001-10-02

**Inventor:** ITAI YASUYUKI; YOSHIDA KOICHI; FUKUDA KEIJI;  
OTA KEIJI; MATSUMURA YOSHIYUKI; HABA  
SHINICHI

**Applicant:** RODEL NITTA CO

**Classification:**

- international: **B24B57/02; B24B37/00; C09K3/14; H01L21/304;  
B24B57/00; B24B37/00; C09K3/14; H01L21/02; (IPC1-  
7): C09K3/14; B24B37/00; B24B57/02; H01L21/304**

- european:

**Application number:** JP20000087682 20000327

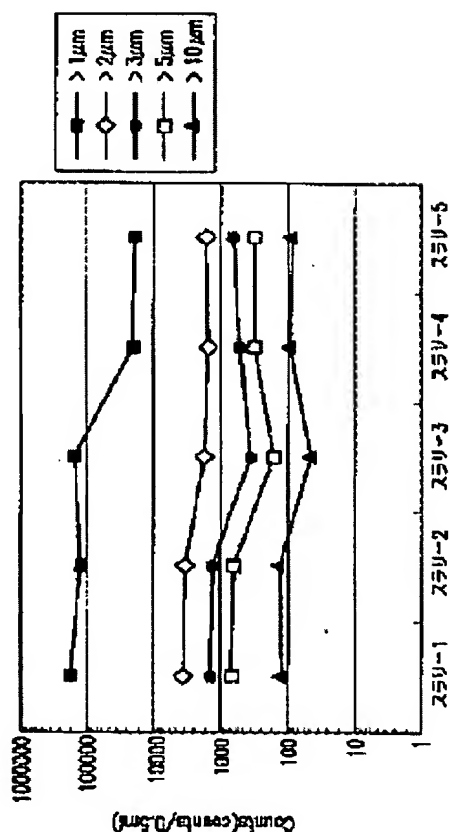
**Priority number(s):** JP20000087682 20000327

Report a data error here

### Abstract of JP2001271058

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a polishing slurry that can reduce the scratches on the wafer surfaces after the CMP polishing and a method of producing the same.

**SOLUTION:** The objective method of producing polishing slurry comprises the step at which the aqueous dispersion of the abrasive grains (for example, silica particles and the like) in an aqueous medium is subjected to the dispersion treatment by means of a high-pressure homogenizer and the step at which a thickening agent is admixed to the resultant aqueous dispersion of the polishing particles.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-271058

(P2001-271058A)

(43) 公開日 平成13年10月2日 (2001.10.2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
C 0 9 K 3/14	5 5 0	C 0 9 K 3/14	5 5 0 C 3 C 0 4 7
B 2 4 B 37/00		B 2 4 B 37/00	5 5 0 Z 3 C 0 5 8
57/02		57/02	H
H 0 1 L 21/304	6 2 2	H 0 1 L 21/304	6 2 2 D
審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 7 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-87682(P2000-87682)

(22) 出願日 平成12年3月27日 (2000.3.27)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成12年3月5日  
 社団法人精密工学会発行の「2000年度精密工学会春季大  
 会講演論文集」に発表

(71) 出願人 000116127

ロデール・ニッタ株式会社

大阪市浪速区桜川4丁目4番26号

(72) 発明者 板井 康行

奈良県大和郡山市池沢町172 ロデール・

ニッタ株式会社奈良工場内

(72) 発明者 ▲吉▼田 光一

奈良県大和郡山市池沢町172 ロデール・

ニッタ株式会社奈良工場内

(74) 代理人 100078282

弁理士 山本 秀策

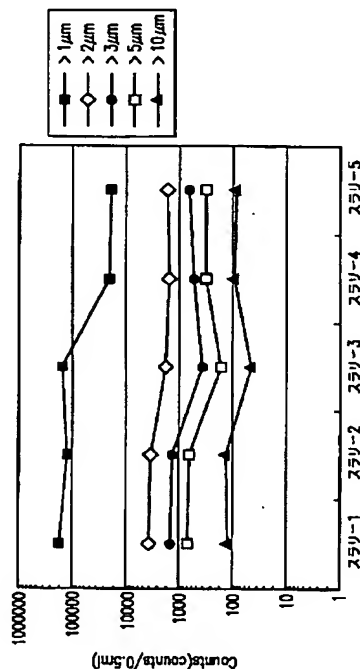
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨スラリーの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 CMP研磨後、ウエハ表面のスクラッチを低減できる研磨スラリーと研磨スラリーの製造方法を提供すること。

【解決手段】 シリカ粒子等の砥粒が水系媒体中に分散された砥粒の水性分散体を、高圧ホモジナイザーで分散処理する工程と、得られた砥粒の水性分散体に増粘剤を添加混合する工程と、を包含する研磨スラリーの製造方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 砥粒が水系媒体中に分散された砥粒の水性分散体を、高圧ホモジナイザーで分散処理する工程と、得られた砥粒の水性分散体に増粘剤を添加混合する工程と、を包含する研磨スラリーの製造方法。

【請求項2】 砥粒が水系媒体中に分散された砥粒の水性分散体を高圧分散機に供給する工程と、該高圧分散機に設けられた少なくとも2つの吐出口より互いに該水性分散体が衝突するよう吐出させることにより砥粒を分散させる工程と、得られた砥粒の水性分散体に増粘剤を添加混合する工程と、を包含する研磨スラリーの製造方法。

【請求項3】 前記高圧ホモジナイザーのオリフィスから吐出される砥粒の水性分散体の圧力が、10～500 MPaである請求項1又は2に記載の研磨スラリーの製造方法。

【請求項4】 前記増粘剤の分子量が1,000～100,000であり、その増粘剤の添加量が0.001～1重量%である請求項1～3のいずれかに記載の研磨スラリーの製造方法。

【請求項5】 前記増粘剤が、側鎖にカルボニル基および環状アミンを有する請求項1～4のいずれかに記載の研磨スラリーの製造方法。

【請求項6】 シリカ粒子が水系媒体中に分散されたシリカの水性分散体であって、0.5mlの水性分散体中における、1μm以上の粒径を有するシリカ粒子が0～100,000個であり、2μm以上の粒径を有するシリカ粒子が0～3,000個であり、3μm以上の粒径を有するシリカ粒子が0～1,000個であり、5μm以上の粒径を有するシリカ粒子が0～500個であり、10μm以上の粒径を有するシリカ粒子が0～100個であり、増粘剤を0.001～1重量%含有する研磨スラリー。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体、電子部品の製造工程で使用する研磨スラリーの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】水系媒体中にシリカ粒子を分散させた研磨スラリーを用いた化学機械研磨（以下、CMPともいう）技術が注目されている。

【0003】CMP技術では、研磨装置の研磨プレート上に研磨スラリーを供給しながら、研磨プレートとウエハとを回転させつつ、ウエハ上に形成された層間絶縁膜等の表面を研磨プレート上に押し付け、研磨スラリーによる化学的、物理的研磨作用によって、上記ウエハの層間絶縁膜等の表面を研磨し平坦化する。

【0004】従来、半導体ウエハの研磨スラリーには、不純物がきわめて少ない高純度な原料として、例えば、

ヒュームド法のような気相法で合成したシリカ粒子が用いられている。しかし、ヒュームド法によるシリカ粒子は、二次凝集が激しく、ヒュームド法シリカの研磨スラリーを製造する場合、水中で凝集体を破壊、解砕する必要がある。凝集体の破壊が不十分であると、保管中に研磨スラリーが増粘したり、研磨後にウエハ表面上にスクラッチ等を生じる等の欠点がある。

【0005】従来、ヒュームドシリカの凝集体を分散する方法として、ビーズミルや高速攪拌型の分散装置を使用する方法が知られているが、これらの方法はシリカ粒子の分散が十分ではなく、依然として上記した欠点が残っている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこれらの課題を解決するためになされたもので、CMP研磨後、ウエハ表面のスクラッチを低減できる研磨スラリーと研磨スラリーの製造方法を提供する事を目的としている。本発明の他の目的は、摩耗による金属の汚染などの問題のない研磨スラリーと研磨スラリーの製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の研磨スラリーの製造方法は、砥粒が水系媒体中に分散された砥粒の水性分散体を、高圧ホモジナイザーで分散処理する工程と、得られた砥粒の水性分散体に増粘剤を添加混合する工程と、を包含そのことにより上記目的が達成される。

【0008】請求項2に記載の研磨スラリーの製造方法は、砥粒が水系媒体中に分散された砥粒の水性分散体を高圧分散機に供給する工程と、該高圧分散機に設けられた少なくとも2つの吐出口より互いに水性分散体が衝突するよう吐出させることにより砥粒を分散させる工程と、得られた砥粒の水性分散体に増粘剤を添加混合する工程と、を包含そのことにより上記目的が達成される。

【0009】一つの実施態様では、前記高圧ホモジナイザーのオリフィスから吐出される砥粒の水性分散体の圧力が、10～500 MPaである。

【0010】一つの実施態様では、前記増粘剤の分子量が1,000～100,000である。

【0011】一つの実施態様では、前記増粘剤の添加量が0.001～1重量%である。

【0012】一つの実施態様では、前記増粘剤が、側鎖にカルボニル基および環状アミンを有する。

【0013】本発明の研磨スラリーは、シリカ粒子が水系媒体中に分散されたシリカの水性分散体であって、0.5mlの水性分散体中における、1μm以上の粒径を有するシリカ粒子が0～100,000個であり、2μm以上の粒径を有するシリカ粒子が0～3,000個であり、3μm以上の粒径を有するシリカ粒子が0～1,000個であり、5μm以上の粒径を有するシリカ粒子が

0～500個であり、10 $\mu$ m以上の粒径を有するシリカ粒子が0～100個であり、増粘剤を0.001～1重量%含有し、そのことにより上記目的が達成される。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明は、シリカ粒子等の砥粒を水系媒体中に分散されて得られる水性分散体を高圧ホモジナイザーで分散処理する工程と、得られたシリカの水性分散体に増粘剤を添加混合する工程と、を包含する。高圧ホモジナイザーで水性分散体を処理する工程は、シリカ粒子が水系媒体中に分散された水性分散体を互に向かい合う状態で高圧で衝突させことにより、シリカ粒子を分散させる工程を包含し得る。

【0015】上記水性分散体を得るには、シリカ粒子を水系媒体中に混合し、混練機やディスパー等の高速攪拌機、ビーズミル等を用いて予備分散すればよい。シリカ粒子の濃度は好ましくは3～70重量%であり、さらに好ましくは10～50重量%である。シリカ粒子の濃度が低すぎると、分散効率が悪い得られた水性分散体が不安定になりやすい。濃度が高すぎると、予備分散工程での水系媒体が少なすぎるため、また水性分散体が極端に増粘したりゲル化して流動化しなくなることがある。

【0016】本発明で使用される水系媒体は、水、エタノール、メタノール等、およびこれらの混合溶媒が使用できるが、好ましくは脱イオンされた純水である。

【0017】また、本発明で好ましく使用されるシリカ粒子は、通常、乾式法、湿式法、ゾルーゲル法等で製造されたシリカ粒子があげられ、中でも乾式法の中の一つであるヒュームド法シリカの粒子が高純度である点で好ましい。分散に供するシリカ粒子は一般に粉体であり、小さな粒子（一次粒子）の凝集体（二次粒子）として存在している。この一次粒子の平均粒子径は通常0.005～1 $\mu$ mである。

【0018】上記ビーズミルは、直径0.1～10mmのものであり、好ましくは0.2～5mmである。直径が0.1mmより小さいと得られるシリカの水性分散体とビーズの分離が困難となる。10mmより大きいと、衝突回数が少なすぎるため分散効率が低い。ビーズの材料としては、例えば、無アルカリガラス、アルミナ、ジルコニウム、ジルコニア、チタニア、窒化珪素が好ましい。

【0019】上記のようにして得られた水性分散体を、次に高圧ホモジナイザーで分散処理する。好ましく使用されるホモジナイザーは、水性分散体を貯留する2つのタンクと、該各タンクの下部に形成されたオリフィスとを有し、オリフィスがそれぞれ対向して開口しており、各オリフィスから吐出された水性分散体は互に衝突し、それにより水性分散体中のシリカ粒子の分散が効果的に行われるものである。

【0020】高圧ホモジナイザーの圧力は、10～50MPa（100～5000kg/cm<sup>2</sup>）が好まし

く、さらに好ましくは50～200MPa（500～2000kg/cm<sup>2</sup>）である。10MPa未満では分散が不十分であり、圧力が500MPaを越えると、設備が大型化し処理コストが高くなり不利である。

【0021】ホモジナイザーの市販品としては、マントンガウリンホモジナイザー（同栄商事（株））、ベルトリホモジナイザー（日本精機製作所（株））、マイクロフルイダイザー（みづほ工業（株））、ナノマイザー（月島機械（株））、ジーナスPY（白水化学工業（株））、システムオーガナイザー（日本ビーイーイー（株））、アルティマイザーナイザー（伊藤忠産機（株））などの商品名で市販されているものが例示できる。これらの中でも、ユニットの接液部が焼結ダイヤモンドまたは単結晶ダイヤモンドであることが好ましい。

【0022】高圧ホモジナイザーの下方には、該高圧ホモジナイザーによって衝突し流下した水性分散体を受けるタンクが配設され、このタンク内にアルカリ性の水系媒体が供給されて、水性分散体にアルカリが添加される。得られる研磨スラリーのpHは最終的には7～12の範囲になるようにすることが好ましく、得られる研磨スラリーの分散安定性が一段と向上する。さらに好ましくはpH8～11の範囲である。

【0023】研磨スラリーのpHが12より高くなると、シリカ粒子が溶解する傾向があり、pH7より低くなるとコロイド安定性が不十分で凝集する傾向がある。

【0024】水性分散体へのアルカリの添加時期は、いずれの段階でもよいが、研磨スラリー中のシリカの凝集を防止するために、上記したようにホモジナイザーで分散処理をした後に添加することが好ましい。

【0025】アルカリとしては、例えば、水酸化カリウム、水酸化ナトリウム、水酸化リチウム、アンモニアなどの無機塩類、エチレンジアミン、トリエチルアミン、ピペラジンなどの有機アミン類が使用できる。

【0026】さらに、本発明では、化学的分散技術として、分子量1,000～100,000の高分子量増粘剤を0.001～1重量%添加する。

【0027】本発明で使用される増粘剤としては、以下に示す水溶性の有機高分子が好ましい。

【0028】ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸等のポリアクリル樹脂、ポリエチルアクリル酸エステル等のポリアクリル酸エステル類の樹脂、ポリメチルメタクリル酸エステル類等のポリメタクリル酸エステル類、ポリイソプロピルアクリルアミド、ポリジメチルアクリルアミド、ポリメタクリルアミド等のポリアクリルアミド類の樹脂、ポリメトキシエチレン、ポリメチルビニルエーテル、ポリエトキシエチレン、ポリプロポキシエチレン、ポリイソプロポキシエチレン、ポリメトキシエトキシエチレン等のポリビニルエステル類の樹脂、ポリビニルアルコール等のポリビニルアルコール類、ポリビニルアセテート（ポリ酢酸ビニル）等のポリビニルアセテート類

の樹脂、ポリアクリロイン等のポリアクリロイン類の樹脂があげられる。

【0029】その他の水溶性有機高分子樹脂としては、ポリジメチルトリアジニルエチレン、ポリピリジルエチレン、ポリビニルピリジン、ポリビニルピリドニルエチレン、ポリメチルイミノテトラメチレン-メチルイミノテレフタル酸重合体、ユリア樹脂、メチルセルロース、エチルセルロース、イソプロピルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、カルボキシエチルセルロース、セルロースアセテート（酢酸セルロース）、セルローストリアセテート（酢酸セルロース）、硫酸セルロース、アミロースアセテート（酢酸アミロース）、アミロベクチン、スターチ、スターチのメチルエステル、アラビアゴム等があげられる。

【0030】スラリーに対する増粘剤の含有量は、0.001～1重量%が好ましく、さらに好ましくは0.01～0.5重量%である。このような範囲とする理由は、増粘剤の含有率がスラリーの粘性に影響を与え、0.001重量%未満であると所定の増粘効果が発現せず、1重量%を越えると研磨残渣の除去が円滑に行えないばかりか、供給面におけるスラリーの分布が悪くなり、研磨の均一性が著しく悪化し、ウエハ表面のスクラッチを低減する効果が小さいからである。

【0031】なお、本発明の研磨スラリーは、上記成分以外に、砥粒沈降防止剤、酸化剤、絶縁膜研磨抑制剤、金属層研磨促進剤およびpH緩衝剤等を含むことができる。

【0032】沈降防止剤は、非晶質のベーマイトとハイジライト、および緩やかな結晶であるガンマ晶アルミナが混在する高純度アルミナが望ましい。

【0033】酸化剤は、硝酸アルミ、硝酸鉄、硝酸アンモニウム、硝酸ジルコニウム、 $K_2O_3$ 、アンモニア水および $H_2O$ の中から選択されるのが好ましい。

【0034】絶縁膜研磨抑制剤は、フタル酸水素アンモニウム、フタル酸水素カリウム、琥珀酸水素アンモニウム、アロピレングリコール、エチレングリコールおよびポリビニルアルコールからなる群から選択されるのが好ましい。

【0035】絶縁膜研磨抑制剤の添加量は0.1～3重量%が好ましく、さらに好ましくは0.5～1.0重量%である。3重量%を越えて添加すると水系媒体に溶解しにくくなると共にスラリー泡立ちの原因となり好ましくない。0.1重量%未満の添加量では十分に抑制効果を発揮するまでには至らない。金属層研磨促進剤は、アスコルビン酸、蔞酸、サリチル酸およびその塩類からなる群から選択されるのが好ましい。好ましくは、金属層研磨促進剤は、スラリー中に0.1～5重量%含まれ、サリチル酸および塩類である。その濃度は1～3%がさらに好ましい。また、サリチル酸は金属層研磨促進効果

があるのみではなく絶縁膜研磨抑制にも効果がある。

【0036】上記pH緩衝剤は、クエン酸、リン酸塩類からなる群から選択されるのが好ましく、また0.1～5重量%が好ましく添加される。リン酸塩類としては例えば、リン酸二水素カリウムがある。さらに好ましくはクエン酸で、その濃度は1～3%である。特にクエン酸はスラリーに添加される他の薬品と複雑な相互作用を起こさず好都合である。

【0037】本発明の方法で得られるシリカの水性分散体のシリカの二次粒子の平均粒子径は、0.01～2 $\mu m$ 、好ましくは0.03～0.8 $\mu m$ である。0.01 $\mu m$ 未満であると、シリカ分散体の有する粘度が非常に高くなり、良好な分散安定性が得られず、2 $\mu m$ を越えると、安定性が悪く、沈殿が生じる。

【0038】シリカ粒子の含有量は研磨スラリーの8～20重量%が好ましく、さらに好ましくは10～15重量%である。20重量%を超える高濃度スラリーを使用したポリッシングは、研磨パッドの目詰まりを引き起こし、研磨不良の原因となるばかりでなく不経済でもある。逆に8重量%よりも濃度が低すぎた場合は、研磨時間がかかりすぎ作業性が低下し実用的でない。

【0039】また研磨スラリーの粒度分布は、以下の通りである。

【0040】0.5mlの水性分散体中における、1 $\mu m$ 以上の粒径を有するシリカ粒子が0～100,000個であり、2 $\mu m$ 以上の粒径を有するシリカ粒子が0～3,000個であり、3 $\mu m$ 以上の粒径を有するシリカ粒子が0～1,000個であり、5 $\mu m$ 以上の粒径を有するシリカ粒子が0～500個であり、10 $\mu m$ 以上の粒径を有するシリカ粒子が0～100個であり、さらに増粘剤を0.001～1重量%含有する。

【0041】上記範囲を外れる場合には、ウエハ表面へのスクラッチが大きくなる傾向にある。

【0042】

【実施例】（実施例1）

（研磨スラリーの調製）ILD-CMP用スラリーであるILD1300を基本とし、分散技術の改良、化学的改質を行った5種類のスラリーの試作を行った。詳細は以下の通りである。

【0043】ヒュームドシリカ（アエロジル#70（日本アエロジル（株）製）15kgを粉末混入分散機で吸引しながらイオン交換水35kgの中に予備分散させた。

【0044】次いで、得られた水性分散体を攪拌しながら、これに濃度30%のアンモニア水を添加しpHを10に調製し、スラリー1を得た。

【0045】このスラリー1に、増粘剤を0.1重量%添加し攪拌してスラリー2を得た。

【0046】スラリー1に、増粘剤を0.2重量%添加し攪拌してスラリー3を得た。

【0047】ヒュームドシリカ（アエロジル#70（日本アエロジル（株）製）15kgを粉末混入分散機で吸引しながらイオン交換水35kgの中に予備分散させた。

【0048】次いで、得られた水性分散体を焼結ダイヤモンド製分散ユニットを備えた高圧ホモジナイザー（ジーナス社製）を用い、圧力1500kg/cm<sup>2</sup>で分散処理した。得られた分散処理後の分散体を攪拌しながら、これに濃度30%のアンモニア水を添加しpHを10に調製し、スラリー4を得た。

【0049】スラリー4に、増粘剤を0.2重量%添加し攪拌してスラリー5を得た。

（研磨機及び研磨条件）研磨機はStrasbaugh 6DS-SP、パッドはIC1400-A3、K-GRV、バックギングはDF200、ドレッサーは4" 10 Ogrit diamond disk、バフクリーニング用パッドはPolitex Regular Embossedを用いた。

【0050】ウエハは、Removal Rate用には熱酸化膜ウエハ、Defectivity用にはTEOS膜ウエハを用いた。

【0051】プロセス条件は、研磨圧力が9psi、バックプレッシャーが3.3psi、プラテン回転数が20rpm、キャリア回転数が15rpm、スラリー流量が125ml/minとした。研磨時間は、Removal Rate用が120sec、Defectivity用が20secとした。

【0052】ウエハ評価は、Removal Rate用ウエハから、Removal Rate、Non uniformityを評価した。また、Defectivity用ウエハは、研磨後On Trakにより洗浄を行い、Surfscan 6220(Tencor社製)で表面欠陥評価を行った。

【0053】さらに、欠陥の種類を区別するため、Orbot-Leicaにより評価を行った。Orbot WF-720(Applied Materials社製)は、欠陥の位置を認識することが可能であり、Leica:Review Station(Leica社製)は、その認識した位置を顕微鏡で観ることができる。このため、欠陥の種類をビジュアライゼーションにより特定することができる。また、AFM Dimension 5000(Digital Instruments社製)により、表面粗さの評価を行った。

【0054】（測定結果）その結果以下の通りであった。

【0055】5種類のスラリー（上記スラリー1～5）を試作し、静的物性を測定した結果、固形分、pH、粘度、比重はほぼ同じであったが、メデイアン粒子径においては、既存分散方法により試作したスラリー1～3が、約175nmであるのに対して、本発明の分散方法で試作したスラリー4～5が約160nmと小さい結果が得られた。これは分散方法の違いにより、粒子が効率良く、分散され、粒子同士の付着が抑制されたものと考えられる。

【0056】図1に粒子個数の測定結果を示す。図1から、1μm以上の粒子個数が、本発明の分散方法のスラリー5において、従来の分散方法のスラリー1よりも一桁低くなっている。このことから、分散効率が向上したことにより、粒子同士の付着が抑制されたことがわかる。

【0057】このようなスラリーを用いて研磨試験を行った。この結果、除去速度については、増粘剤を加えたものにおいて（スラリー5）、約8%低い結果が得られたが、ほぼ同等であった。これは、増粘剤によりSiO<sub>2</sub>層が被覆され、研磨速度が低くなったと考える。また、Non-uniformityについては、ほぼ同じであった。

【0058】次に、Defectivityについて検討を行った。

【0059】図2にSurfscan 6220による表面欠陥測定結果を示す。

【0060】0.2μm～5.0μmの欠陥である。

【0061】この結果から、増粘剤を含有しているスラリー2、3と5において、欠陥の減少が見られた。このことは、増粘剤のSiO<sub>2</sub>層に対する被覆効果を示しており、欠陥減少の手段となることを示している。また、表面欠陥には、様々な種類がある。粒子残り、スクラッチ、チャーターマーク、ピットなどがそれである。

【0062】ここで、スラリー起因の欠陥と考えられるのが、スクラッチ、マイクロスクラッチ、チャーターマークである。そこで、Orbot-Leicaにより欠陥の種類を区別し、スラリー起因の欠陥のみについて検討した。その結果を図3に示す。ここで、欠陥個数はウエハ面の35%についてのみ調べた。この結果から、新規分散方法により作成したスラリーにおいて、かなりの欠陥の減少が見られた。このことは、上記の粒子個数の結果からも裏付けされる。本発明の方法による粗大粒子の減少が、欠陥の減少をもたらしたと考える。また、増粘剤に関しても、添加量が増えるにして欠陥が減少している。

【0063】研磨後ウエハの表面欠陥の改質が可能となった。

【0064】

【発明の効果】本発明によれば、凝集粗大粒が原因で起こすスクラッチの発生がない研磨スラリーを提供することができる。得られた研磨スラリーは、例えば半導体ウエハ表面の研磨用に使用することができる。

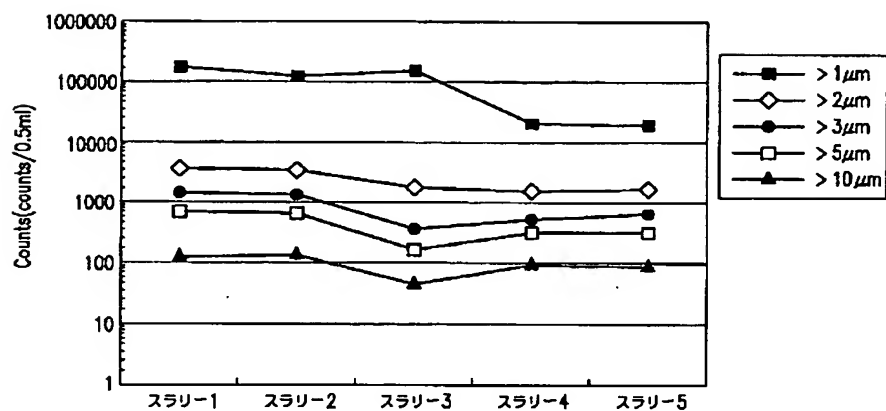
【図面の簡単な説明】

【図1】製造方法の異なるスラリー1～5と各スラリー中に含まれるシリカ粒子の個数との関係を示すグラフである。

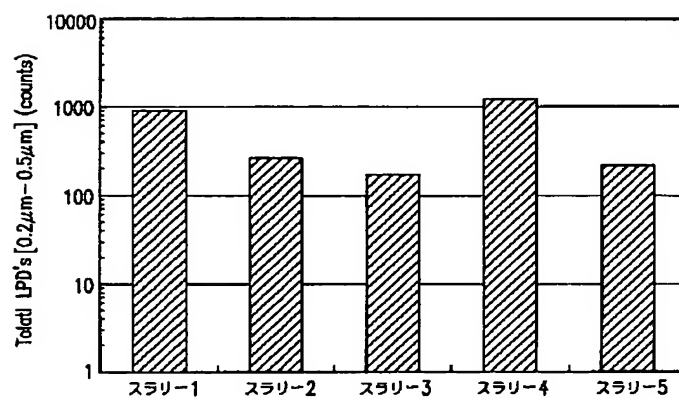
【図2】各スラリー1～5におけるSurfscan 6220による表面欠陥測定結果を示すグラフである。

【図3】Orbot-Leicaにより欠陥の種類を区別し、スラリー起因の欠陥のみについて検討したグラフである。

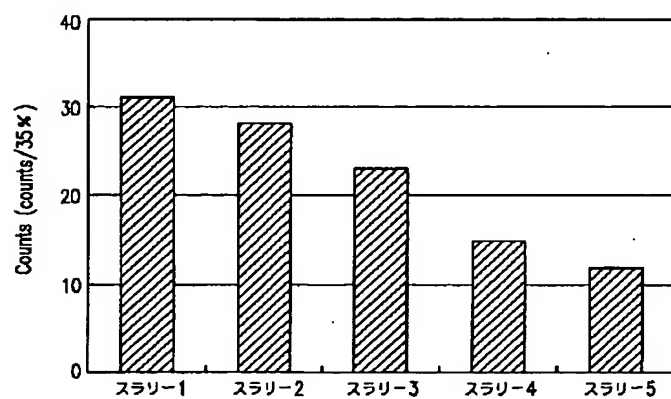
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 福田 啓司  
奈良県大和郡山市池沢町172 ロデール  
ニッタ株式会社奈良工場内  
(72)発明者 太田 慶治  
奈良県大和郡山市池沢町172 ロデール  
ニッタ株式会社奈良工場内

(72)発明者 松村 義之  
奈良県大和郡山市池沢町172 ロデール  
ニッタ株式会社奈良工場内  
(72)発明者 羽場 真一  
奈良県大和郡山市池沢町172 ロデール  
ニッタ株式会社奈良工場内  
Fターム(参考) 3C047 GG00  
3C058 AA07 CA01 CB01 DA02 DA12